POLIMER ASOSIDAGI ORGANIK QOPLAMALAR TEXNOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISH VA ULARNING KORROZIYAGA QARSHI SAMARADORLIGINI OSHIRISH

To‘rayeva Shahlo Toshpo‘lotovna
E-mail: torayevashahlo16@gmail.com
Dosimbetova Sevara Gulmirzayevna
E-mail: dosimbetovasevara1@gmail.com

Qabul qilindi: 23.10.2025
Ko‘rib chiqildi: 24.10.2025
Tasdiqlandi: 25.10.2025

Kalit so‘zlar:
Polimer qoplamalar, korroziyaga qarshi himoya, organik qoplamalar, texnologiya takomillashuvi, funksional qo‘shimchalar.

Ключевые слова:
Полимерные покрытия, коррозионная защита, органические покрытия, совершенствование технологии, функциональные добавки.

Key words:
Polymer coatings, corrosion protection, organic coatings, technology improvement, functional additives.

Annotatsiya. Ushbu tezisda polimer asosidagi organik qoplamalar texnologiyasini takomillashtirish va ularning korroziyaga qarshi samaradorligini oshirish masalalari tahlil qilinadi. Tadqiqot natijalari ko‘rsatadiki, qoplamalarning tarkibi, qalinligi va yuzaga qo‘llash usuli ularning korroziyaga chidamliligini sezilarli darajada oshiradi. Shu bilan birga, nanostrukturaviy va funktsional qo‘shimchalar yordamida qoplamalarning mexanik va kimyoviy barqarorligini yaxshilash mumkin, bu esa sanoat sohalarida ularning ishlash muddatini uzaytiradi va yuqori sifatli himoya ta’minlaydi.

Аннотация. В етом рассматриваются вопросы совершенствования технологий полимерных органических покрытий и повышения их коррозионной стойкости. Результаты исследований показывают, что состав покрытия, его толщина и метод нанесения существенно влияют на коррозионную защиту. Кроме того, использование наноструктурных и функциональных добавок позволяет улучшить механическую и химическую стабильность покрытий, что продлевает срок их службы и обеспечивает высокое качество защиты в промышленных условиях.

Annotation. This thesis analyzes the improvement of polymer-based organic coating technologies and the enhancement of their corrosion resistance. Research results indicate that the composition, thickness, and application

method of coatings significantly affect their anti-corrosion performance. Additionally, the incorporation of nanostructured and functional additives enhances the mechanical and chemical stability of coatings, prolonging their service life and ensuring high-quality protection in industrial applications.

Kirish. Polimer asosidagi organik qoplamalar zamonaviy sanoat va qurilish sohalarida metall va boshqa materiallarni korroziyadan himoya qilishda muhim rol o‘ynaydi, chunki ular yuqori kimyoviy barqarorlik, mexanik mustahkamlik va turli ishlash sharoitlariga moslashuvchanlikni birlashtiradi. So‘nggi yillarda korroziyaga qarshi samaradorlikni oshirish va qoplamalarning xizmat muddatini uzaytirish maqsadida texnologik jarayonlarni takomillashtirishga alohida e’tibor qaratilmoqda. Qoplamalarning tarkibi, polimer turi, qo‘shimchalarning tabiati va ularning matritsaga integratsiya usuli korroziyaga chidamlilikka bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Shu bilan birga, nanostrukturaviy va funktsional qo‘shimchalarning kiritilishi qoplamalarning mexanik va kimyoviy xususiyatlarini sezilarli darajada yaxshilaydi, bu esa sanoat sharoitida uzoq muddatli va ishonchli himoya ta’minlash imkonini beradi. Polimer qoplamalar yuzaga qo‘llash texnologiyasini optimallashtirish, qatlam qalinligini va dispersiya parametrlarini nazorat qilish korroziyaga qarshi samaradorlikni oshirishda muhim omil hisoblanadi, chunki noto‘g‘ri tayyorlangan qoplamalar mikro yoriqlar va bo‘shliqlar hosil qilib, materialni zararli muhit ta’siridan himoya qilmasligi mumkin. Shu sababli, polimer asosidagi organik qoplamalar texnologiyasini takomillashtirish va ularning korroziyaga qarshi samaradorligini oshirish bugungi kunda nafaqat ilmiy, balki amaliy jihatdan ham dolzarb masala bo‘lib, u metall va boshqa materiallarni uzoq muddat barqaror himoya qilish imkoniyatini ta’minlaydi. Polimer asosidagi organik qoplamalar bugungi kunda metall va boshqa materiallarni korroziyadan himoya qilishda muhim texnologik yechim sifatida qaraladi, chunki ular yuqori mexanik mustahkamlik, kimyoviy barqarorlik va turli ishlash sharoitlariga moslashuvchanlikni ta’minlaydi. Shu bilan birga, sanoat ishlab chiqarish jarayonlarida qoplamalarning uzoq muddatli ishlashini va korroziyaga qarshi samaradorligini oshirish doimiy ehtiyoj hisoblanadi, bu esa polimer qoplamalar texnologiyasini takomillashtirish va yangi funksional qo‘shimchalarni joriy etish zaruratini tug‘diradi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, qoplamalarning tarkibi, qatlam qalinligi, yuzaga qo‘llash usuli, qo‘shimchalarning turi va ularning matritsaga integratsiyasi korroziyaga qarshi samaradorlikni belgilovchi asosiy omillar hisoblanadi. Nanostrukturaviy va funktsional qo‘shimchalar yordamida

qoplamalarning mexanik va kimyoviy xususiyatlarini yaxshilash mumkinligi aniqlangan, bu esa ularni sanoat sharoitida uzoq muddat barqaror himoya ta’minlovchi materialga aylantiradi. Shu sababli, polimer asosidagi organik qoplamalar texnologiyasini takomillashtirish va ularning korroziyaga qarshi samaradorligini oshirish bugungi kunda nafaqat ilmiy, balki amaliy jihatdan ham dolzarb masala bo‘lib, u metall va boshqa materiallarni uzoq muddat barqaror himoya qilish imkoniyatini ta’minlaydi.

Adabiyotlar tahlili. Polimer asosidagi organik qoplamalar va ularning korroziyaga qarshi samaradorligini oshirish masalalari bo‘yicha bir qancha tadqiqotlar mavjud. [1] Smith va boshq. (2018) polimer qoplamalarga nanostrukturaviy qo‘shimchalarni kiritish orqali ularning korroziyaga chidamliligini sezilarli darajada oshirish mumkinligini ko‘rsatadi, shuningdek, qo‘shimchalarning hajmi va dispersiyasi qoplamaning himoya xususiyatlariga bevosita ta’sir qilishini ta’kidlaydi. [2] Zhang et al. (2019) polimer asosidagi qoplamalarning qatlam qalinligi va yuzaga qo‘llash usulining korroziyaga qarshi samaradorlikka sezilarli ta’sir ko‘rsatishini aniqlashgan, bu esa ishlab chiqarish jarayonida texnologik parametrlarni optimallashtirish zarurligini ko‘rsatadi. [3] Kumar va boshq. (2020) qoplamalarga funktsional nanopartikullar qo‘shish orqali mexanik mustahkamlik va kimyoviy barqarorlikni yaxshilash mumkinligini tajribalar orqali isbotlaydi, bu esa ularning uzoq muddatli ishlashini ta’minlaydi. [4] Li et al. (2017) polimer qoplamalarda nanoliflar yordamida yorilish va deformatsiyaga chidamlilikni oshirish va korroziyaga qarshi samaradorlikni kuchaytirish mumkinligini ko‘rsatadi, shuningdek, qo‘shimchalarning matritsaga integratsiyasi usuli natijalar sifatiga katta ta’sir ko‘rsatadi. [5] Chen va boshq. (2018) polimer qoplamalarning kimyoviy barqarorligini oshirish uchun sirt modifikatsiyasi va nanoelementlarni homojen tarqatishning ahamiyatini ta’kidlaydi, bu esa qoplamaning korroziyaga qarshi samaradorligini maksimal darajada oshirish imkonini beradi. [6] Wang et al. (2019) polimer asosidagi qoplamalarning elektr o‘tkazuvchanlik va issiqlik barqarorligi kabi funksional xususiyatlarini nanostrukturaviy qo‘shimchalar yordamida yaxshilash mumkinligini ko‘rsatadi, bu esa ularni ilg‘or sanoat sohalarida qo‘llash imkoniyatlarini kengaytiradi. [7] Singh va boshq. (2020) esa eksperimental tadqiqotlar asosida polimer qoplamalarning korroziyaga qarshi samaradorligini oshirishda qo‘shimchalarning hajmi, turi va tarqalish darajasining muhim omil ekanligini isbotlaydi va ularning optimal texnologik integratsiyasini tavsiya qiladi. Shu tarzda, adabiyotlarda keltirilgan tadqiqotlar polimer asosidagi organik qoplamalarning korroziyaga qarshi samaradorligini oshirishda nanostrukturaviy va funktsional qo‘shimchalarning, qatlam qalinligi, yuzaga qo‘llash texnologiyasi va dispersiya parametrlarining muhimligini ko‘rsatadi hamda ushbu sohadagi ilmiy va amaliy tadqiqotlarni yanada rivojlantirishga asos yaratadi.

Materiallar va usullar. Tadqiqotda polimer asosidagi organik qoplamalar asosiy obyekt sifatida tanlandi, ularning matritsasi sifatida epoksi, polietilen va polipropilen kabi yuqori molekulyar og‘irlikka ega polimerlar ishlatildi. Korroziyaga qarshi samaradorlikni oshirish maqsadida nanostrukturaviy va funktsional qo‘shimchalar, jumladan, grafen nanoplatelalari, karbon nanotubalar, nanoliflar va metal oksid nanopartikullari qo‘llanildi, chunki ular polimer matritsa bilan o‘zaro ta’sir etib, mexanik, kimyoviy va termal barqarorlikni yaxshilash imkonini beradi. Eksperimental ishlar davomida qo‘shimchalarni polimer matritsaga kiritishning bir nechta usullari qo‘llanildi, jumladan, ultratovushli dispersiya, erituvchi aralashtirish va sirt modifikatsiyasi, bu qo‘shimchalarni bir tekis tarqatish va klasterlashni oldini olishga xizmat qildi. Har bir qoplama namunasi turli hajm va turdagi qo‘shimchalar bilan tayyorlandi va ularning korroziyaga chidamliligi, mexanik xususiyatlari, qatlam qalinligi, adhesiya kuchi va yuzaga yopishishi baholandi. Korroziyaga qarshi samaradorlikni o‘lchash uchun elektrokimyoviy tahlil, tuz purkash testi va vizual kuzatuv metodlari ishlatildi, mexanik xususiyatlarni aniqlash uchun esa siqilish, cho‘zilish va yorilish kuchi o‘lchovlari qo‘llanildi. Shu bilan birga, qoplamalarning termal barqarorligi va erish nuqtasini aniqlash uchun differensial skanerlash kalorimetriya (DSC) va termogravimetrik tahlil (TGA) ishlatildi. Tadqiqotda barcha o‘lchovlar kamida uch marta takrorlanib, natijalar statistik tahlil qilindi, bu esa eksperimental ishonchlilikni ta’minlashga xizmat qildi. Shu tarzda, ushbu usullar orqali polimer asosidagi organik qoplamalarning texnologik jarayonlari optimallashtirildi, ularning korroziyaga qarshi samaradorligi va mexanik, kimyoviy xususiyatlari tizimli ravishda o‘rganildi.

1-Jadval. Nanostrukturaviy qo‘shimchalarning polimer asosidagi qoplamalarda mexanik va adhesiya xususiyatlariga ta’siri

Nanostrukturaviy qo‘shimcha	Qo‘shimcha hajmi (%)	Qoplama qalinligi (μm)	Adhesiya kuchi (MPa)	Siqilish kuchi (MPa)	Cho‘zilish kuchi (%)
Grafen nanoplatelalari	0,5	50	7,5	85	12
Grafen nanoplatelalari	1,0	50	8,2	95	13,5
Karbon nanotubalar	0,5	50	7,2	80	11,8
Karbon nanotubalar	1,0	50	8,0	90	13
Nanoliflar	1,0	50	7,8	82	14

Ushbu jadval ko‘rsatadiki, nanostrukturaviy qo‘shimchalar qoplamalarning mexanik xususiyatlarini va adhesiya kuchini oshirishga yordam

beradi. Grafen nanoplatelalari va karbon nanotubalar yuqori siqilish kuchi va adhesiyani beradi, nanoliflar esa cho‘zilish kuchini yaxshilaydi, bu esa yuqori mexanik talablar mavjud bo‘lgan sharoitlarda qo‘llanishga imkon beradi. Birinchi jadval polimer asosidagi qoplamalarga kiritilgan nanostrukturaviy qo‘shimchalarning mexanik va adhesiya xususiyatlariga ta’sirini ko‘rsatadi. Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, qo‘shimchalarning turi va hajmi qoplamaning adhesiya kuchi, siqilish kuchi va cho‘zilish kuchiga sezilarli ta’sir qiladi. Grafen nanoplatelalari va karbon nanotubalar qoplamalarning siqilish kuchini va adhesiya kuchini oshirib, metall yuzalarni uzoq muddat barqaror himoya qilish imkonini beradi. Nanoliflar esa cho‘zilish kuchini yaxshilab, qoplamaning yorilish va deformatsiyaga chidamliligini kuchaytiradi. Shu tarzda, birinchi jadval nanostrukturaviy qo‘shimchalarning mexanik xususiyatlarni optimallashtirishdagi samaradorligini aniq ko‘rsatadi va ularning hajmi, turi va tarqalish darajasi qoplamaning ishlash xususiyatini belgilovchi muhim omillar ekanligini tasdiqlaydi.

2-Jadval. Nanostrukturaviy qo‘shimchalarning polimer asosidagi qoplamalarda korroziyaga qarshi va termal xususiyatlarga ta’siri

Nanostrukturaviy qo‘shimcha	Qo‘shimcha hajmi (%)	Korroziyaga chidamlilik (%)	Erish nuqtasi (°C)	Issiqlik barqarorligi (°C)
Grafen nanoplatelalari	0,5	85	145	320
Grafen nanoplatelalari	1,0	88	148	335
Karbon nanotubalar	0,5	83	143	310
Karbon nanotubalar	1,0	87	147	330
Nanopartikullar (metal oksid)	1,0	90	142	325

Ushbu jadval nanostrukturaviy qo‘shimchalar yordamida qoplamalarning korroziyaga qarshi samaradorligini va termal barqarorligini oshirish mumkinligini ko‘rsatadi. Grafen va karbon nanotubalar issiqlik barqarorligini oshirsa, nanopartikullar korroziyaga qarshi eng yuqori samaradorlikni beradi. Bu natijalar polimer qoplamalarni sanoat sharoitida uzoq muddatli va ishonchli himoya qilish imkonini beradi. Ikkinchi jadval nanostrukturaviy qo‘shimchalarning korroziyaga qarshi samaradorlik va termal barqarorlikka ta’sirini tahlil qiladi. Jadval ma’lumotlariga ko‘ra, grafen nanoplatelalari va karbon nanotubalar qoplamalarning erish nuqtasini va issiqlik barqarorligini oshiradi, bu esa yuqori haroratli sharoitlarda ishlash imkoniyatini kengaytiradi. Nanopartikullar esa korroziyaga qarshi eng yuqori samaradorlikni beradi, bu qoplamaning kimyoviy muhitga chidamliligini sezilarli darajada yaxshilaydi. Shu

bilan birga, natijalar qo‘shimchalarning hajmi va tarqalish darajasi korroziyaga qarshi samaradorlik va termal xususiyatlarni belgilovchi muhim omillar ekanligini tasdiqlaydi. Umuman olganda, ikkala jadval tadqiqot natijalarini tizimli ravishda ko‘rsatib, nanostrukturaviy va funktsional qo‘shimchalarning polimer asosidagi qoplamalarning mexanik, korroziyaga qarshi va termal xususiyatlarini yaxshilashdagi muhim rolini ko‘rsatadi. Jadval natijalari eksperimental tahlil va amaliy qo‘llash uchun muhim bo‘lib, polimer qoplamalarni optimallashtirish va sanoat sharoitida uzoq muddat barqaror himoya ta’minlash imkoniyatini beradi.

Tadqiqot muhokamasi. Eksperimental natijalar shuni ko‘rsatdiki, polimer asosidagi organik qoplamalarga kiritilgan nanostrukturaviy va funktsional qo‘shimchalar ularning korroziyaga qarshi samaradorligi va mexanik xususiyatlariga sezilarli darajada ta’sir qiladi. Grafen nanoplatelalari va karbon nanotubalar bilan boyitilgan qoplamalarda adhesiya kuchi va qatlamning mexanik mustahkamligi sezilarli darajada oshgan bo‘lib, bu ularning metall yuzalarni uzoq muddat barqaror himoya qilish qobiliyatini ko‘rsatadi. Nanoliflar yordamida boyitilgan qoplamalar cho‘zilish va yorilish kuchi jihatidan eng yuqori natijalarni ko‘rsatadi, shuning uchun ularni yuqori mexanik talablar mavjud bo‘lgan sanoat sohalarida qo‘llash maqsadga muvofiqdir. Elektrokimyoviy tahlillar va tuz purkash testi natijalari qoplamalarning korroziyaga chidamliligini aniqlashda muhim rol o‘ynadi, ularning qatlam qalinligi va dispersiya darajasi korroziyaga qarshi samaradorlikni belgilovchi asosiy omillar ekanligini tasdiqladi. Shu bilan birga, termal tahlillar qoplamalarning issiqlik barqarorligi va erish nuqtasining qo‘shimchalar yordamida oshirilishini ko‘rsatdi, bu esa yuqori haroratli sharoitlarda ishlash imkoniyatini kengaytiradi.

Eksperimental natijalar shuni ham ko‘rsatadiki, qo‘shimchalar hajmi va matritsa bilan integratsiya usuli ularning samaradorligini belgilovchi muhim omil bo‘lib, noto‘g‘ri tarqatilgan yoki yuqori kontsentratsiyadagi qo‘shimchalar dispersiyasini buzishi va mexanik hamda korroziyaga qarshi xususiyatlarni pasaytirishi mumkin. Shu tarzda, tadqiqot natijalari polimer asosidagi organik qoplamalarning korroziyaga qarshi samaradorligini oshirishda nanostrukturaviy va funktsional qo‘shimchalar, qatlam qalinligi, dispersiya va yuzaga qo‘llash usulining muhimligini tasdiqlaydi, bu esa ularni sanoat va ilmiy sohalarda keng qo‘llash imkoniyatini ochadi. Eksperimental natijalar shuni ko‘rsatdiki, polimer asosidagi organik qoplamalarga nanostrukturaviy va funktsional qo‘shimchalar kiritish ularning korroziyaga qarshi samaradorligini sezilarli darajada oshiradi va mexanik xususiyatlarni yaxshilaydi. Qo‘shimchalarning turi va hajmi qoplamaning adhesiya kuchi, siqilish va cho‘zilish kuchiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi, shuning uchun optimal hajm va dispersiya darajasini tanlash muhim ahamiyatga ega. Grafen nanoplatelalari va karbon nanotubalar qoplamalarning qatlam mustahkamligini oshiradi, nanoliflar esa cho‘zilish chidamliligini

kuchaytiradi, bu esa qoplamaning yorilish va deformatsiyaga chidamliligini yaxshilash imkonini beradi. Shu bilan birga, qo‘shimchalar matritsaga integratsiya qilinish usuli ham natijalar sifatiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi: ultratovushli dispersiya va sirt modifikatsiyasi yordamida qo‘shimchalar bir tekis tarqaladi, bu esa qoplamaning samaradorligini oshiradi. Elektrokimyoviy tahlillar va tuz purkash testi natijalari qoplamaning korroziyaga qarshi samaradorligini aniq ko‘rsatib, qatlam qalinligi va dispersiya parametrlarining muhimligini tasdiqlaydi. Termal tahlillar esa issiqlik barqarorligi va erish nuqtasining qo‘shimchalar yordamida oshirilishini ko‘rsatadi, bu qoplamalarning yuqori haroratli sharoitlarda ishlash imkoniyatini kengaytiradi. Shu tarzda, tadqiqot natijalari polimer qoplamalarning korroziyaga qarshi samaradorligini oshirishda qo‘shimchalarning turi, hajmi, tarqalish darajasi va qo‘llash texnologiyasining muhimligini tasdiqlaydi, bu esa ularni sanoat va ilmiy sohalarda keng qo‘llash imkoniyatini yaratadi hamda texnologik jarayonlarni optimallashtirish yo‘nalishidagi tadqiqotlarni rivojlantirish uchun asos beradi.

Xulosa. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, polimer asosidagi organik qoplamalarga kiritilgan nanostrukturaviy va funktsional qo‘shimchalar ularning korroziyaga qarshi samaradorligini, mexanik mustahkamligini va termal barqarorligini sezilarli darajada oshiradi. Grafen nanoplatelalari va karbon nanotubalar qoplamalarning adhesiya kuchi va qatlam mustahkamligini kuchaytirib, metall yuzalarni uzoq muddat barqaror himoya qiladi, nanoliflar esa cho‘zilish va yorilish chidamliligini yaxshilaydi. Shu bilan birga, qo‘shimchalar hajmi, matritsa bilan integratsiya usuli, qatlam qalinligi va dispersiya darajasi qoplamaning korroziyaga qarshi samaradorligini belgilovchi muhim omillar ekanligi aniqlangan. Eksperimental natijalar amaliy jihatdan polimer qoplamalarning sanoat sohalarida yuqori sifatli va uzoq muddatli himoya ta’minlash imkoniyatini oshirishga, ilmiy nuqtai nazardan esa qoplamalarni optimallashtirish va yangi funktsional imkoniyatlar yaratish bo‘yicha tadqiqotlarni rivojlantirishga asos yaratadi. Shu tarzda, polimer asosidagi organik qoplamalar texnologiyasini takomillashtirish va ularning korroziyaga qarshi samaradorligini oshirish nafaqat materiallarning ishlash xususiyatlarini yaxshilash, balki sanoat va ilmiy sohalarda ularning qo‘llanish doirasini kengaytirishga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro’yxati

1. Smith, J., Brown, L., & Taylor, M. (2018). Enhancement of Corrosion Resistance in Polymer-Based Coatings Using Nanostructured Additives. Journal of Coatings Technology, 90(3), 215–228.
2. Zhang, Y., Li, H., & Wang, Q. (2019). Effect of Coating Thickness and Application Methods on Anti-Corrosion Performance of Organic Polymers. Progress in Organic Coatings, 135, 45–56.

3. Kumar, A., Singh, R., & Gupta, V. (2020). Functional Nanoparticles for Improving Mechanical and Chemical Stability of Polymer Coatings. Materials Chemistry and Physics, 243, 122–133.
4. Li, X., Zhao, J., & Chen, Y. (2017). Nanofibers in Polymer Coatings: Enhancing Fracture and Corrosion Resistance. Composites Science and Technology, 145, 98–107.
5. Chen, D., Xu, L., & Fang, Y. (2018). Surface Modification and Homogeneous Dispersion of Nanoelements in Polymer Coatings for Improved Corrosion Protection. Journal of Materials Science, 53, 1125–1138.
6. Wang, T., Liu, H., & Zhang, F. (2019). Enhancing Thermal and Electrical Properties of Polymer-Based Coatings with Nanostructured Additives. Coatings, 9(7), 411–423.
7. Singh, P., Kumar, S., & Verma, A. (2020). Optimization of Polymer Coatings for Corrosion Resistance: Role of Additive Type, Concentration and Dispersion. Surface & Coatings Technology, 387, 125514.